

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dinas lingkungan Hidup (DLH) Kota Yogyakarta adalah dinas pemerintahan yang bergerak di bidang lingkungan hidup daerah yang meliputi kegiatan dalam melakukan pengawasan, pengendalian, dan penertiban terhadap segala sesuatu mengenai lingkungan hidup di Kota Yogyakarta. DLH memiliki amanah untuk menjaga kualitas lingkungan hidup demi kehidupan dimasa depan. Oleh sebab itu, diperlukan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup yang sungguh–sungguh dan konsisten oleh semua pihak.

Salah satu kegiatan yang dilakukan oleh DLH untuk melindungi lingkungan adalah melakukan penyiraman pada tanaman ketika musim kemarau. Oleh karena dengan mempertimbangkan terbatasnya air ketika musim kemarau diharapkan adanya penggunaan air yang tidak berlebihan. Proses penyiraman tanaman di Kota Yogyakarta masih menggunakan cara pembagian wilayah yang bergantung dengan kapasitas kendaraan dan batasan waktu. Permasalahan yang terjadi pada proses penyiraman tanaman adalah air tidak bisa digunakan secara optimal untuk seluruh wilayah karena pengambilan air yang berulang-ulang. Sementara itu, DLH belum memiliki rute yang tetap untuk penyiraman tanaman dikarenakan pengemudi masing-masing kendaraan yang berbeda. Hal ini menyebabkan dibutuhkan suatu rute perjalanan yang optimal. Penentuan rute terpendek dari satu titik ke titik yang lain adalah masalah yang sering ditemui

dalam kehidupan sehari-hari. Berbagai kalangan menemui permasalahan serupa dengan variasi yang berbeda, salah satu contohnya adalah proses penyiraman tanaman. Oleh karena itu, diperlukan suatu penyelesaian untuk masalah optimasi rute perjalanan yang sering dikenal dengan *Vehicle Routing Problem* (VRP).

Vehicle Routing Problem (VRP) adalah masalah penentuan rute kendaraan dalam mendistribusikan barang dari tempat produksi yang dinamakan depot ke pelanggan dengan tujuan meminimumkan total jarak tempuh kendaraan (Toth dan Vigo, 2002). Tujuan dari VRP adalah untuk melayani sekumpulan pelanggan dengan ongkos operasi, jarak dan waktu yang minimum. VRP mempunyai beberapa variasi, antara lain yaitu *capacitated vehicle routing problem* (CVRP) dimana setiap kendaraan mempunyai kapasitas yang terbatas, adanya selang waktu tertentu bagi pelanggan untuk menerima pelayanan maka masalahnya menjadi *VRP with time windows* (VRPTW), distributor memiliki banyak depot untuk menyuplai pelanggan maka dikenal dengan masalah *multiple depot VRP* (MDVRP), pelanggan mungkin mengembalikan barang pada depot asal maka dikenal dengan masalah *VRP with pick-up and delivering* (VRPPD), *split delivery* VRP (SDVRP) dimana pelanggan dilayani dengan kendaraan berbeda, dan *periodic VRP* (PVRP) dimana pengantar hanya dilakukan dihari tertentu. (Toth dan Vigo, 2002)

Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows (CVRPTW) adalah gabungan dari permasalahan *capacitated vehicle routing problem* (CVRP) dengan *vehicle routing problem with time windows* (VRPTW). Tujuan dari CVRPTW adalah membentuk rute optimal untuk memenuhi permintaan

pelanggan dengan kendala kapasitas dan waktu pelayanan agar diperoleh waktu dan jarak yang minimum. DLH memiliki kebijakan untuk penyiraman yang dilakukan dua hari sekali, sehingga dalam rentang waktu tersebut DLH harus mampu menyirami seluruh tanaman tanpa melebihi waktu yang ditentukan . Oleh karena itu, data ini termasuk masalah CVRPTW dengan batas waktu tersebut. Metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah CVRPTW adalah Algoritma *Artificial Immune System* (AIS), dan Algoritma *Clarke and Wright Savings*.

Artificial Immune System (AIS) dalam aplikasinya menggunakan mekanisme sistem imun hewan bertulang belakang (vertebrata) untuk menemukan solusi yang digunakan menyelesaikan masalah khusus. AIS bertujuan membuat penjadwalan pekerjaan yang diproses pada mesin tertentu, sehingga perjalanan dari sistem secara keseluruhan dapat diminimalkan. AIS telah digunakan dalam menyelesaikan berbagai bidang seperti optimasi, klasifikasi, *clustering*, deteksi anomali, *machine learning*, *adaptive control*, dan *associative memories* (Dasgupta and Nino, 2009). Secara umum, algoritma AIS diselesaikan dengan dua tahap yaitu *route construction – route minimization* dan tahap *distance improvement* total jarak. Pada tahap *route construction – route minimization* digunakan algoritma Solomon *insertion heuristic* II yang dilanjutkan dengan prosedur *ejection pool* (Lim dan Zhang, 2007) dan pada tahap *distance improvement* total jarak digunakan *artificial immune system* (AIS) untuk mengurangi total jarak dari solusi yang dihasilkan pada tahap *Route Minimization*. Dari rangkaian tahap-tahap tersebut akan menghasilkan rute perjalanan yang paling optimal.

Artificial Immune System (AIS) dipilih karena pada beberapa kasus optimasi, algoritma ini cukup efektif dalam mengatasi rute perjalanan. Beberapa penelitian tentang Algoritma AIS pernah dilakukan. Salah satunya dilakukan oleh Hamzah dan Santosa (2011). Penelitian tersebut dilakukan pada 56 masalah dengan menggunakan sampel 25 pelanggan dan 100 pelanggan. Hasil yang diperoleh menunjukkan penggunaan AIS sangat kompetitif untuk masalah dengan ukuran 25 pelanggan dari pada menggunakan data secara acak. Penelitian ini juga pernah dilakukan oleh Perdana (2011) dimana dalam penelitian tersebut mengaplikasikan AIS pada masalah penjadwalan *job shop* dengan menggunakan sembilan jenis mesin dan empat pekerjaan di PT Cahaya Kawi Ultra Polyintraco. Hasil yang diperoleh jadwal optimal yang terbentuk setelah 10 kali *running* program *Job Shop Application* tidak tunggal dengan waktu 433 menit yang dapat memberikan alternatif jadwal lainnya terhadap perusahaan tersebut.

Algoritma *Clarke-Wright Savings* adalah algoritma yang digunakan untuk menentukan rute distribusi produk ke wilayah pemasaran dengan cara menentukan rute distribusi yang harus dilalui dan jumlah kendaraan berdasarkan kapasitas dari kendaraan tersebut agar diperoleh rute terpendek dan biaya transportasi yang minimal (Rand, 2009). Tujuan dari Algoritma *Clarke Wright Savings* yaitu menemukan solusi untuk meminimalkan total pembiayaan kendaraan, dengan syarat bahwa setiap pelanggan hanya dikunjungi sekali, dan total permintaan pada setiap rute harus sesuai dengan kapasitas kendaraan dan batasan waktu. Algoritma *Clarke Wright Savings* melakukan perhitungan penghematan yang diukur dari seberapa banyak dapat dilakukan pengurangan

jarak tempuh dan waktu yang digunakan dengan mengaitkan titik-titik yang ada dan menjadikannya sebuah rute berdasarkan nilai saving yang terbesar yaitu jarak tempuh antara titik awal dan titik tujuan (Octora, dkk, 2014 : 2). Proses perhitungannya, algoritma ini tidak hanya menggunakan jarak sebagai parameter, tetapi juga waktu untuk memperoleh nilai *saving* yang terbesar untuk kemudian disusun menjadi sebuah rute yang terbaik.

Algoritma *Clarke and Wright Savings* dipilih karena dipublikasikan sebagai suatu algoritma yang digunakan sebagai solusi untuk permasalahan rute kendaraan dimana sekumpulan rute pada setiap langkah ditukar untuk mendapatkan sekumpulan rute yang lebih baik, dan algoritma ini digunakan untuk mengatasi permasalahan yang cukup besar, dalam hal ini adalah jumlah rute yang banyak. Beberapa penelitian tentang algoritma *Clarke and Wright Savings* telah banyak dilakukan. Salah satunya yang dilakukan oleh Rahmawati (2014). Penelitian tersebut dilakukan di PT Wina Putra Jaya untuk pendistribusian gas LPG, didapatkan rute dengan jarak dan biaya transportasi yang minimum dengan menggunakan algoritma *Clarke and Wright Savings* dari pada menggunakan rute distribusi dari perusahaan tersebut. Penelitian ini juga pernah dilakukan oleh Agus Purnomo (2010), dimana penelitian ini dilakukan di PT Teh Botol Sosro Bandung untuk menentukan rute pengiriman dan biaya transportasi menggunakan algoritma *Clarke and Wright Savings*. Hasilnya adalah rute pengiriman dengan Algoritma *Clark and Wright Savings* berhasil memberikan kontribusi penghematan total jarak tempuh sebesar 101,4 km dan menghemat biaya transportasi/hari sebesar

Rp. 200.700,00 (46,07%) dibandingkan dengan rute yang digunakan oleh perusahaan tersebut pada saat itu.

Menurut DLH Pusat Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, di Provinsi DIY yang memiliki tanaman hias yang paling banyak berada di Kota Yogyakarta dari pada kabupaten yang lain, sehingga penelitian ini dilakukan di Kota Yogyakarta. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini akan dibahas tentang metode penyelesaian masalah *Capacitated Vehicle Routing Problem With Time Windows* (CVRPTW) dengan cara membandingkan hasil menggunakan Algoritma *Artificial Immune System* (AIS) dan Algoritma *Clarke and Wright Savings* untuk rute penyiraman tanaman yang terdapat di Kota Yogyakarta. Sehingga dari hasil membandingkan kedua metode tersebut mana yang lebih baik untuk menghasilkan rute dengan jarak dan waktu yang paling optimal.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas maka dapat diidentifikasi permasalahan yang ada dalam rute penyiraman tanaman yang terdapat di Kota Yogyakarta yaitu ketika musim kemarau penggunaan air untuk proses penyiraman yang tidak optimal dan tidak adanya rute yang tetap dikarenakan pengendara yang berbeda-beda.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kendaraan yang digunakan untuk mendistribusikan berjumlah satu, dengan ketentuan kendaraan yang memiliki kapasitas maksimum 5000 liter dan memiliki titik penyiraman yang paling banyak.
2. Permasalahan *capacitated vehicle routing problem with time windows* (CVRPTW) dengan enam belas titik.
3. Tidak ada batasan total jarak pada suatu rute, sehingga dapat ditambahkan titik terdekat dari rute tersebut dengan syarat masih memenuhi batasan kapasitas dan waktu.
4. Penyiraman tanaman dilakukan setiap dua hari sekali dengan jam kerja pagi pukul 05.00-11.00 WIB dan sore pukul 15.30-18.30 WIB.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model matematika CVRPTW untuk rute penyiraman tanaman di Kota Yogyakarta?
2. Bagaimana penyelesaian model matematika untuk rute penyiraman tanaman di Kota Yogyakarta menggunakan Algoritma *Artificial Immune System* (AIS) ?
3. Bagaimana penyelesaian model matematika untuk rute penyiraman tanaman di Kota Yogyakarta menggunakan Algoritma *Clarke and Wright Savings* ?

4. Bagaimana perbandingan hasil penyelesaian masalah rute penyiraman tanaman di Kota Yogyakarta menggunakan Algoritma *Artificial Immune System* (AIS) dengan Algoritma *Clarke and Wright Savings*?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian yang ingin dicapai yaitu :

1. Membentuk model matematika CVRPTW untuk rute penyiraman tanaman di Kota Yogyakarta.
2. Menyelesaikan model matematika untuk rute penyiraman tanaman di Kota Yogyakarta menggunakan Algoritma *Artificial Immune System* (AIS).
3. Menyelesaikan model matematika untuk rute penyiraman tanaman di Kota Yogyakarta menggunakan Algoritma *Clarke and Wright Savings*.
4. Membandingkan hasil penyelesaian masalah rute penyiraman tanaman di Kota Yogyakarta menggunakan Algoritma *Artificial Immune System* (AIS) dengan Algoritma *Clarke and Wright Savings*.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagi DLH

Menjadi solusi alternatif untuk pengoptimalan penggunaan air dan adanya rute tetap untuk penyiraman tanaman.

2. Bagi Pembaca

Dijadikan salah satu referensi untuk memperluas pemahaman mengenai *capacitated vehicle routing problem with time windows* (CVRPTW) bagi kalangan akademik khususnya Program Studi Matematika.

3. Bagi Penulis

Menambah pengetahuan penulis lebih dalam mengenai masalah optimasi dengan menggunakan metode penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem With Time Windows* (CVRPTW) khususnya menggunakan Algoritma *Artificial Immune System* (AIS) dan Algoritma *Clarke and Wright Savings*.